



⑪ Numéro de publication : 0 488 909 A1

⑫ **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

②① Numéro de dépôt : 91420413.6

⑤① Int. Cl.<sup>5</sup> : B01F 3/02

②② Date de dépôt : 22.11.91

③① Priorité : 27.11.90 FR 9015134

④③ Date de publication de la demande :  
03.06.92 Bulletin 92/23

⑧④ Etats contractants désignés :  
AT BE CH DE ES FR GB IT LI NL SE

⑦① Demandeur : ASSOCIATION DE GESTION DE  
L'ECOLE FRANCAISE DE PAPETERIE ET DE  
L'IMPRIMERIE  
Domaine Universitaire, Rue de la Papeterie  
F-38400 Saint Martin D'Heres (FR)

⑦① Demandeur : Serra Tosio, Jean-Marie  
70 chemin de l'Eglise  
F-38240 Meylan (FR)

⑦① Demandeur : Chave, Yves  
18 Allée des Myosotis  
F-38610 Gieres (FR)

⑦② Inventeur : Chave, Yves  
18, allée des Myosotis  
F-38610 Gieres (FR)  
Inventeur : Serra Tosio, Jean Marie  
70 chemin de l'Eglise  
F-38240 Meylan (FR)

⑦④ Mandataire : Laurent, Michel et al  
Cabinet LAURENT et CHARRAS, 20, rue Louis  
Chirpaz B.P. 32  
F-69131 Ecully Cedex (FR)

⑤④ Procédé pour réguler le conditionnement d'un gaz et dispositif de conditionnement de gaz.

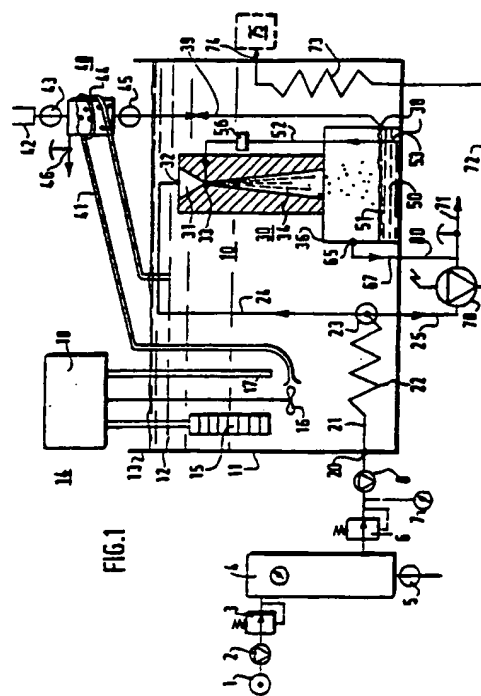
⑤⑦ Procédé pour réguler le conditionnement d'un courant gazeux, dans lequel :

- on amène la température du gaz à la température de conditionnement souhaitée,
- on sature le gaz au moyen d'un liquide dit de conditionnement,
- et on mélange le gaz saturé et conditionné thermiquement ainsi obtenu avec ledit gaz non conditionné insaturé selon une proportion fonction du conditionnement souhaité.

Ce procédé consiste à saturer le gaz en milieu dépressionnaire à une température voisine de la température de conditionnement du gaz par pulvérisation du liquide de conditionnement amené à une température voisine de la température de conditionnement dudit gaz dans ledit milieu dépressionnaire.

L'invention concerne également un dispositif régulateur de conditionnement d'un courant gazeux mettant en oeuvre ce procédé.

Application : Production d'air à hygrométrie programmée.



EP 0 488 909 A1

L'invention concerne un procédé pour réguler le conditionnement d'un gaz. Elle concerne également un dispositif pour conditionner un gaz mettant en oeuvre ce procédé ; elle concerne plus particulièrement un dispositif régulateur ajustable, pilotable, de la concentration en vapeur et de la température d'un courant gazeux.

Comme on le sait, pour l'essentiel, un dispositif de conditionnement de gaz comprend dans une enceinte thermostatée :

- . une amenée de gaz à conditionner,
- . un dispositif saturateur d'évaporation et de mélange,
- . une sortie du courant gazeux conditionné.

Dans le document FR-A-2 558 737, on a proposé un dispositif générateur de gaz humide, dans lequel on mélange de l'air humidifié avec de l'air sec en vue de produire un gaz humide de référence, notamment pour le contrôle et le calibrage d'un hygromètre en exploitation industrielle, particulièrement adapté à la régulation en sidérurgie. Selon ce document, l'humidificateur thermostaté est constitué par une chambre de barbotage partiellement remplie d'eau à niveau constant, reliée d'une part par un diffuseur à l'arrivée de gaz à humidifier, d'autre part, à une tubulure d'amenée d'eau à niveau constant, et enfin à une sortie du gaz humidifié. Cette solution est parfaitement adaptée aux faibles débits, notamment pour l'étalonnage d'une sonde ou d'un hygromètre. Toutefois, du fait de la technique même de barbotage, on ne peut pas utiliser ce dispositif pour le conditionnement de volumes importants, tels que des pièces, des ateliers ou des appareils de pulvérisation, qui nécessitent des débits conséquents, car de tels débits ne sont pas compatibles avec un système d'humidification par barbotage.

Par ailleurs, on cherche de plus en plus à produire de l'air conditionné dont la teneur en humidité est contrôlée à 1% près, voire un pour mille. Tel est notamment le cas pour les appareils de mesure.

On a également proposé, par exemple dans le document WO 88/01195, un dispositif humidificateur, dans lequel l'humidification est obtenue par pulvérisation d'un liquide dans une chambre de mélange, ledit liquide étant pulvérisé au contact d'une source d'amenée d'air. De la sorte, on obtient certes un gaz humidifié, voire saturé, mais avec une très faible efficacité, l'évaporation en grande partie adiabatique provoquant le refroidissement du mélange gouttelettes - air dans la chambre de mélange, et en outre, la température du liquide pulvérisé n'est pas régulé, de sorte le gaz n'est que partiellement conditionné.

L'un des objets de l'invention est de proposer un procédé apte à permettre la réalisation de l'humidification ou de la saturation d'un gaz, et de manière générale le conditionnement d'un gaz, pour des volumes relativement importants, en optimisant le processus de saturation dudit gaz.

Ce procédé pour réguler le conditionnement d'un courant gazeux, dans lequel :

- on amène la température du gaz à la température de conditionnement souhaitée ,
- on sature le gaz au moyen d'un liquide de conditionnement,
- et on mélange le gaz saturé et conditionné thermiquement ainsi obtenu avec ledit gaz non conditionné insaturé selon une proportion fonction du conditionnement souhaité, consiste à saturer le gaz en milieu dépressionnaire à une température voisine de la température de conditionnement du gaz par pulvérisation du liquide de conditionnement amené à une température voisine de la température de conditionnement dudit gaz dans ledit milieu dépressionnaire.

En d'autres termes, l'invention consiste à saturer le gaz déjà conditionné thermiquement avec le liquide de conditionnement également conditionné thermiquement, et ce en milieu dépressionnaire, favorisant de la sorte le processus d'évaporation, et optimisant le phénomène de saturation.

Avantageusement, la saturation du gaz est autorégulée par la dépression elle-même engendrée dans le milieu dépressionnaire.

Le dispositif selon l'invention permet d'obtenir économiquement et efficacement ces résultats.

Ce dispositif régulateur de conditionnement d'un courant gazeux, comprend dans une enceinte thermostatée, destinée à recevoir un liquide de transfert thermique, et immergés dans cette enceinte :

- . une amenée de gaz à une température programmée, reliée à une source dudit gaz ;
- . un saturateur de gaz pour amener un liquide de conditionnement au contact du gaz à conditionner ;
- . une tubulure de sortie de gaz conditionné reliant l'orifice de sortie du saturateur au volume à conditionner.

Selon l'invention, le saturateur est constitué par un conduit déprimogène à effet "venturi" associé à une chambre de vaporisation, alimentée en liquide de conditionnement à niveau constant, le conduit venturi comprenant dans l'ordre :

- . un convergent relié à la tubulure d'amenée thermostatée ;
  - . un col,
  - . un divergent débouchant dans la chambre de vaporisation,
- ladite chambre de vaporisation présentant :
- . une tubulure reliant le liquide de conditionnement et débouchant dans le col du venturi,
  - . et un orifice de sortie disposé au-dessus du niveau maximum du liquide de conditionnement dans la dite chambre de vaporisation.

En d'autres termes, le liquide de conditionnement acheminé au niveau du col du conduit venturi par la dépression créée à son niveau, se trouve pulvérisé

dans le courant gazeux déjà conditionné thermiquement, cette pulvérisation en milieu dépressionnaire s'effectuant en outre à la température de conditionnement du gaz, le saturateur étant immergé dans l'enceinte thermostatée. De la sorte, on favorise le processus d'évaporation, attendu que suite à son passage dans le col du venturi, où la vitesse d'écoulement du gaz et par conséquent la dépression créée à ce niveau sont les plus importantes, le gaz subit certes une diminution de sa température, mais cette diminution est immédiatement compensée par l'apport de chaleur par convection du à l'écoulement du gaz le long des parois conditionnées du divergent. Cette évaporation est en outre accentuée par le choix d'un divergent à angle au sommet faible, donc de longueur relativement grande, de sorte que la vitesse d'écoulement du gaz n'est pas immédiatement réduite, maintenant de fait une certaine dépression. En d'autres termes, les parois du divergent compensent l'évaporation due à l'échange adiabatique. En outre, compte tenu de la structure particulière du dispositif, le conditionnement peut résulter tant dans un chauffage que dans un refroidissement du volume, attendu que le système de fonctionnement est réversible.

Avantageusement, la chambre de vaporisation comprend une chambre de séparation liquide-gaz située au dessus du niveau du liquide de conditionnement, et reliée à la tubulure de sortie.

Dans une forme de réalisation pratique, le courant gazeux est de l'air comprimé, et le liquide humidificateur est de l'eau.

Dans une forme de réalisation préférée, pour obtenir de l'air conditionné à hygrométrie contrôlée et programmée, la tubulure d'amenée d'air sec est raccordée par un branchement disposé hors de l'enceinte thermostatée à une vanne mélangeuse pilotée, reliée à la tubulure de sortie de la chambre de vaporisation, ladite vanne mélangeuse étant reliée à son tour à la tubulure de sortie qui traverse l'enceinte thermostatée.

Avantageusement, en pratique :

- le gaz comprimé est de l'air comprimé sec dont la source est reliée en série à la tubulure d'amenée par un premier détendeur, puis, par un moyen dessicant, par un second détendeur associé à une vanne, pour introduire dans la tubulure d'amenée de l'air sec comprimé à débit constant ;
- de manière connue, le liquide de transfert thermique (avantageusement de l'eau) de l'enceinte thermostatée, comprend une résistance électrique, un agitateur, un thermomètre et un moyen d'affichage et de programmation de la température de l'eau et de l'enceinte, le tout étant pilotable depuis l'extérieur ;
- le moyen d'alimentation en eau de la chambre de vaporisation à niveau constant, comprend hors de l'enceinte thermostatée, en série, un vase d'expansion, une première vanne autorisant

une légère fuite d'air, une réserve d'eau thermostatée par l'eau de l'enceinte, une seconde vanne pilotée, et une tubulure traversant l'enceinte thermostatée, reliée à un orifice débouchant dans la chambre de vaporisation, pour maintenir dans celle-ci un niveau constant ;

- la tubulure de sortie présente en série une vanne mélangeuse pilotable, reliée à un serpentin disposé dans l'enceinte thermostatée ;

- cette vanne mélangeuse est associée à une vanne légèrement ouverte, autorisant une légère fuite destinée à assurer dans tous les cas un débit minimum d'air dans le saturateur ;

- la chambre de vaporisation à niveau constant comporte une succession de plaques ou de grilles parallèles horizontales réalisées en un matériau conducteur thermique, lesdites grilles ou plaques faisant alors corps avec la chambre de vaporisation, et comportant une pluralité d'orifices décalés d'une plaque ou d'une grille par rapport à l'autre ;

- l'humidificateur étanche immergé dans l'enceinte, est réalisé en un matériau conducteur de la chaleur, et comporte des ailettes d'échange thermique avec le liquide de transfert thermostaté ;

- la tubulure reliant la chambre de vaporisation et débouchant dans le col du venturi, présente des orifices opposés disposés horizontalement dans la section du col ;

- l'orifice de sortie de la chambre de vaporisation est relié par un séparateur de gouttelettes de type centrifuge disposé dans l'enceinte au dessus dudit orifice, et dont la sortie de gaz saturé est reliée à la tubulure, le liquide séparé retournant ensuite par une autre tubulure dans le liquide de conditionnement par l'orifice situé au dessous du niveau constant.

La manière dont l'invention peut être réalisée et les avantages qui en découlent ressortiront mieux de l'exemple de réalisation qui suit à l'appui des figures annexées.

La figure 1 est une représentation schématique d'un dispositif préféré de l'invention.

La figure 2 est une représentation en coupe de l'ensemble étanche caractéristique de l'invention.

La figure 3 est une représentation schématique d'une forme d'exécution simplifiée de l'invention.

La figure 4 montre un détail d'exécution adapté aux réalisations exigeant de gros débits.

Le dispositif conforme à l'invention pour produire de l'air conditionné à hygrométrie contrôlée et programmée, comprend tout d'abord une source d'air, par exemple de l'air comprimé (1) tel qu'un compresseur, une bouteille, etc., reliée par une tubulure à une vanne (2), puis à un détendeur (3) régulateur de la pression. Ce détendeur (3) est relié à son tour à un ensemble dessiccateur (4) hygroscopique connu, par

exemple du type dénommé "VAN AIR" commercialisé par AUXITROL qui, de manière connue, présente une purge (5). Cet ensemble dessiccateur (4) est relié à son tour à un second détendeur (6), puis à un manomètre (7) et à une vanne (8), de manière à assurer un débit constant d'air sec dans la tubulure d'amenée (21) (pression de l'air comprimé sec sur la vanne (8) compris entre six cents et mille KPa).

Le dispositif de conditionnement proprement dit désigné par la référence générale (10), comprend une enceinte (11) thermostatée, avantageusement calorifugée, remplie d'eau distillée (12) jusqu'à un niveau (13). Cette enceinte (11) est thermostatée par un moyen connu (14) comprenant essentiellement, immergés dans l'eau, une résistance électrique (15), un agitateur (16) associé à une pompe de circulation, un thermomètre (17) et un appareil (18) d'affichage et de contrôle de programmation de la température, l'ensemble étant pilotable depuis l'extérieur.

L'air comprimé sec débouche dans l'enceinte (11) par un orifice (20), puis est relié à une tubulure d'amenée (21) formant serpentin (22) immergé dans cette enceinte. Cette tubulure (21) et le serpentin (22) sont reliés par un raccordement en T (23) à deux autres tubulures, respectivement une tubulure immergée (24), et une autre tubulure non immergée totalement (25), sortant de l'enceinte (11). La tubulure immergée (24) est reliée à l'humidificateur (30) caractéristique de l'invention.

Cet humidificateur caractéristique étanche (30) détaillé à la figure 2, comprend essentiellement un conduit déprimogène ou dépressionnaire à effet venturi associé à une chambre de vaporisation (36). Le tube venturi est constitué dans l'ordre par un convergent (31) relié en amont (32) à la tubulure d'amenée d'air sec (24) immergée, puis en aval à un col (33). Ce col (33) est associé à un divergent (34) relié à son tour par un raccordement conique (35) à la chambre de vaporisation cylindrique caractéristique (36). Dans une forme de réalisation pratique, pour un conduit venturi de symétrie axiale, l'angle au sommet du convergent (31) est voisin de 21°, alors que l'angle au sommet du divergent (34) est voisin de 6 ou 7°.

La chambre de vaporisation caractéristique (36) présente au niveau du fond (37) un orifice (38) relié par une tubulure (39) immergée dans l'enceinte (11) à un moyen d'alimentation en eau désigné par la référence générale (40) disposé hors de cette enceinte (11). Ce moyen d'alimentation en eau (40) est thermostaté par une tubulure (41) en serpentin, puisant l'eau (12) dans l'enceinte thermostatée (11). Ce moyen d'alimentation en eau (40) disposé hors de l'enceinte, comprend essentiellement dans l'ordre un vase d'expansion et d'alimentation en eau distillée (42), relié à une vanne manuelle (43), puis à un réservoir proprement dit (44), débouchant sur une vanne (45) pilotée électro-pneumatiquement, reliée à la tubulure immergée (39). La vanne (43) est légère-

ment ouverte de manière à assurer un certain débit de fuite d'air et donc un maintien de l'eau (50) dans la chambre de vaporisation (36) à un niveau constant (51), défini par l'orifice (38).

Selon une autre caractéristique de l'invention, l'eau distillée (50) de la chambre de vaporisation (36) est reliée par une tubulure (52), tout d'abord à un filtre (56) à poussières destiné notamment à éviter le colmatage, puis au gicleur disposé dans le col (33) du venturi. Le bas (53) de cette tubulure (52) est disposé en dessous du niveau (51), de manière à ce que le col (33) soit alimenté en permanence en eau distillée. L'extrémité supérieure (54) de la tubulure (52) débouche exactement dans ce col (33) qui, à cet effet, présente deux orifices traversants opposés (55), disposés horizontalement en regard l'un de l'autre dans la section même du col (33) formant de la sorte gicleur.

De manière connue, le venturi induit au niveau du divergent (34) une dépression, qui entraîne l'aspiration de l'eau (50) au niveau du col (33) et sa pulvérisation instantanée sous forme de fines gouttelettes dans le divergent (34), dont partie d'entre elles retombent dans la chambre (36).

Avantageusement, l'humidificateur caractéristique (30) est usiné en bronze, et est donc conducteur thermique. En outre, il comporte des ailettes (60,61) destinées à faciliter l'échange thermique avec le liquide de transfert thermostaté (12). De la sorte, la température du divergent (34) et de la chambre de vaporisation (36) est très proche de la température du liquide thermostaté.

Dans une forme de réalisation pratique, la chambre de vaporisation (36) présente deux plaques horizontales (non représentées), percées d'orifices traversants décalés d'une plaque à l'autre, ou deux grilles appropriées, et ce afin de provoquer le dépôt sur ces plaques ou sur ces grilles des gouttes d'eau véhiculées par l'air saturé. En outre, on peut avantageusement insérer entre les deux grilles du métal fritté sous forme de grenaille, voire du "PORAL" (marque déposée). Ces plaques ou grilles sont avantageusement réalisées en un matériau conducteur thermique, permettant ainsi de compléter la condensation ou l'évaporation du liquide selon le cas, en augmentant la surface d'échange thermique. En outre, ces grilles jouent un rôle régulateur, dans la mesure où lorsque des gouttelettes d'eau se déposent au niveau desdites grilles, diminuant de la sorte le flux d'air traversant les grilles, elles réduisent de fait la différence de pression entre le col (33) du venturi et la chambre de vaporisation. De la sorte, la quantité d'eau distillée aspirée au niveau du col (33) est réduite, et par voie de conséquence, la pulvérisation diminue. De fait, une moins grande quantité de gouttelettes se dépose au niveau des grilles, réduisant la différence de pression, et partant la quantité d'eau pulvérisée au niveau du col (33). On obtient

ainsi une auto-régulation de la saturation, et un régime permanent par rapport à la consigne imposée.

Selon une autre caractéristique de l'invention, la chambre de vaporisation (36) présente au-dessus du niveau constant de l'eau (51) un orifice de sortie (65), par lequel va s'échapper l'air quasiment saturé en vapeur. Cet orifice de sortie (65) de l'air saturé est disposé juste en-dessus d'une chambre annulaire (66), puis est reliée par une tubulure (67) immergée à une vanne mélangeuse (70) pilotée, disposée par exemple hors de l'enceinte (11), et est reliée également à la tubulure d'amenée d'air sec (25) non immergée. Si l'on souhaite travailler à haute température, il est préférable alors que la vanne mélangeuse (70) soit également immergée dans l'enceinte (11).

Pour de grands débits dans le saturateur (30) (voir figure 4), on place entre l'orifice (65) et la tubulure (67) un séparateur de gouttelettes de type centrifuge (100), disposé dans l'enceinte (11) au dessus de l'orifice (65), et dont la sortie (101) de gaz saturé est reliée à la tubulure (80). Le liquide séparé retourne ensuite par la tubulure (102) dans le liquide (50) par l'orifice (103) situé au dessous du niveau constant (51).

La vanne mélangeuse (70) est avantageusement associée à une autre vanne (71), destinée à maintenir une légère fuite pour assurer la remontée de l'eau dans la tubulure (52). La vanne mélangeuse (70) est reliée ensuite par une tubulure (72) à un serpentín (73) immergé, lequel est relié par une nouvelle tubulure (74) au volume (75) à conditionner disposée hors de l'enceinte (11).

Le dispositif de conditionnement de gaz selon l'invention fonctionne de la manière suivante.

L'air comprimé (1) est mis en température en traversant l'enceinte thermostatée (11). Son passage forcé dans le venturi (31,33,34) provoque l'aspiration de l'eau (50) contenue dans la chambre de vaporisation (36) par le biais de la canalisation (52) et de son filtre (56). L'eau qui débouche alors dans le col (33) de ce venturi sature l'air qui le traverse. Cet air, après s'être déchargé des gouttes d'eau les plus lourdes sur les plaques horizontales de la chambre de vaporisation (36), quitte cette dernière par l'orifice (65) et la canalisation (67) jusqu'à atteindre la vanne mélangeuse (70). Cette vanne (70) est pilotée de sorte que l'air qui s'en échappe en (72) ait une hygrométrie déterminée. En effet, pour une position précise de cette vanne (70), correspond une humidité d'air stable. Si l'on désire contrôler avec plus de précision le fonctionnement, on peut mesurer la température et l'humidité dans le volume à conditionner (75) et on maintient la consigne à 0,1 % d'humidité relative par de petites impulsions sur cette vanne (70).

Dans une forme d'exécution non représentée, le dispositif de conditionnement automatisé selon l'invention comprend en outre :

- un appareil de mesure de la température et de

concentration en vapeur de gaz conditionné (75) ;

- un système à microprocesseur équipé d'une carte multifonctions entrées/sorties, numériques/analogiques, et un logiciel spécifique de contrôle et de pilotage des éléments pilotables, tels que (2,6,8,14,45,70), gérant les consignes programmées de température et de concentration en vapeur.

L'eau pulvérisée dans le col (33) est en partie évaporée dans le divergent (34) et la chambre (36), et l'excès retombe dans le réservoir (37). L'apport de chaleur nécessaire à cette évaporation est réalisé par le corps conducteur de l'humidificateur (30) muni d'ailettes (60,61) d'échange. Comme déjà dit, la séparation des gouttelettes et un complément d'évaporation est obtenu par passage à travers des chicanes (plaques, grilles) situées dans la chambre (36). Compte tenu de la structure même de l'humidificateur, on observe un maximum d'apport de chaleur au début du divergent, et donc dès le départ des gouttelettes dans celui-ci, et ce, du fait de la forte dépression qui règne en ce lieu. Cet apport diminue avec l'élargissement du divergent (34), et donc corollairement avec la remontée en pression. Cet échange thermique est de plus optimisé par l'adoption d'un divergent à profil effilé (6° d'angle au sommet). On obtient de la sorte un réchauffement uniforme de l'ensemble, et un apport de chaleur constant pour un débit donné.

L'air saturé produit (67) est alors mélangé à l'air sec (25) dans une vanne mélangeuse pilotable (70) pour produire l'air conditionné (75). Si une légère fuite d'air en (43) permet un balayage et le maintien du niveau d'eau constant (51) dans la chambre (36), une autre fuite contrôlée (71) permet également de maintenir un léger débit nécessaire à la pulvérisation lorsque l'on désire de l'air relativement sec. En effet, cette fuite contrôlée (71) permet l'éjection d'air saturé, et corrélativement empêche le désamorçage du venturi. Enfin, elle permet d'utiliser ce dispositif même pour de très faible débit, attendu que la perte de charge est en permanence maintenue.

L'air contenu dans la chambre (36) exerce une pression supérieure à la colonne d'eau contenue respectivement dans la tubulure (39) et dans le réservoir (44). Comme la vanne (43) autorise un léger débit de fuite d'air, il s'établit un courant inversé eau-air dans le conduit (39), de sorte que si le niveau d'eau (51) dans la chambre de vaporisation (36) dépasse celui du point haut de l'orifice (38), l'eau en excès est refoulée dans le réservoir (44). En revanche, lorsque le niveau d'eau (51) dans la chambre (36) se trouve en dessous du point haut de l'orifice (38), l'eau descend du réservoir (44) vers la chambre (36). Ainsi, le niveau d'eau dans la chambre de vaporisation (36) est régulé par excès ou par défaut, la précision de régulation étant fixée par le débit d'air de fuite autorisé par la vanne (46). Le réservoir (44) peut se remplir de

manière complémentaire à partir du vase d'expansion (42), après la fermeture de la vanne pilotée (45) et l'ouverture des vannes (43) et (46).

La figure 3 montre comme déjà dit un exemple de réalisation simplifié de l'invention. Les parties communes aux figures 1, 2 et 3 ont conservé les mêmes références.

Dans cette forme de réalisation, l'air sous pression (1) est détendu à une pression de consigne par son passage dans un détendeur régulateur de pression piloté (6) avant l'entrée (20) de l'enceinte thermostatée (11). La tubulure d'amenée d'air sec (24) est intégralement reliée à l'humidificateur étanche (30), et l'orifice de sortie d'air saturé (65) est intégralement relié à une tubulure (80, 67) associée en série à un détendeur (81), puis à un manomètre (82) et une vanne (83), et toujours en série au serpentin immergé (73) relié à son tour au volume (75) à conditionner. Dans une variante, l'ensemble détendeur (81)/vanne (83) peut être remplacé par un régulateur de débit. De la sorte, en faisant simplement varier le débit, on peut obtenir le conditionnement voulu du volume (75) en gaz de concentration constante en vapeur d'eau, directement fonction de la pression et de la température régnant dans l'humidificateur (30).

Dans cette forme de réalisation, le fonctionnement de l'installation est particulièrement stabilisé en débit d'air constant. Les variations d'humidité de l'air en sortie (75) sont directement liées à la pression et à la température dans l'humidificateur (30), et à la température et pression d'utilisation. Cette forme d'utilisation complètement réversible, peut également servir à déshumidifier l'air pour le conditionnement de salles par exemple, ou peut être utilisée pour des gaz comprimés autres que l'air, et d'autres liquides que l'eau. Cette solution est particulièrement avantageuse, car elle conduit à de l'air contrôlé calculable à partir de lois physiques connues, puisque tout passe par le venturi (33). Or quelque soit l'humidité demandée, le débit est toujours constant dans la chambre de vaporisation (36).

Le dispositif selon l'invention présente de nombreux avantages par rapport à ceux connus et commercialisés à ce jour. On peut citer :

- une bonne compacité et un faible encombrement ;
- la possibilité d'obtenir de grands débits conditionnés de manière efficace, ce que ne permettait pas les solutions décrites dans le préambule ;
- un fonctionnement autonome ;
- une souplesse de fonctionnement ;
- une programmation et une gestion du conditionnement par micro-ordinateur ou automate programmable ;
- une efficacité accrue, de par l'utilisation d'un humidificateur particulièrement performant.

De la sorte, ce dispositif peut être utilisé avec succès pour le conditionnement de tout volume ou de

toute enceinte nécessitant un degré hygrométrique contrôlé et programmé avec précision, tel que par exemple dans les appareils de mesure, notamment de laboratoires, ou dans les pistolets de pulvérisation, par exemple de peinture, de mélanges gaz et solvants, etc ...

## Revendications

1/ Procédé pour réguler le conditionnement d'un courant gazeux, dans lequel :

- on amène la température du gaz à la température de conditionnement souhaitée,
- on sature le gaz au moyen d'un liquide dit de conditionnement,
- et on mélange le gaz saturé et conditionné thermiquement ainsi obtenu avec ledit gaz non conditionné insaturé selon une proportion fonction du conditionnement souhaité,

caractérisé en ce qu'il consiste à saturer le gaz en milieu dépressionnaire à une température voisine de la température de conditionnement du gaz par pulvérisation du liquide de conditionnement amené à une température voisine de la température de conditionnement dudit gaz dans ledit milieu dépressionnaire.

2/ Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la saturation du gaz est auto-régulée par la dépression elle-même engendrée dans le milieu dépressionnaire.

3/ Dispositif régulateur de conditionnement d'un courant gazeux, comprenant dans une enceinte thermostatée (11) destinée à recevoir un liquide de transfert thermique (12), immergés dans cette enceinte (11) :

- . une amenée (21, 22) de gaz à une température programmée, reliée à une source (1) de gaz ;
- . un saturateur (30) de gaz pour amener un liquide de conditionnement (50) au contact du gaz (1) à conditionner ;
- . une tubulure de sortie (67, 72, 73, 74, 80) de gaz conditionné reliant l'orifice de sortie du saturateur au volume (75) à conditionner, caractérisé en ce que le saturateur (30) est constitué par un conduit déprimogène à effet venturi, associé à une chambre de vaporisation (36), alimentée en liquide (50) à niveau constant (51), le conduit venturi comprenant dans l'ordre :
- un convergent (31) relié (32) à la tubulure d'amenée (24) thermostatée ;
- un col (33),
- un divergent (34) débouchant dans la chambre de vaporisation (36),

ladite chambre de vaporisation (36) présentant :

- . une tubulure (52) reliant le liquide de conditionnement (50) et débouchant dans le col (33) du venturi,
- . et un orifice de sortie (65) disposé au-dessus du

niveau maximum du liquide de conditionnement (50) dans la dite chambre de vaporisation (36).

4/ Dispositif régulateur de conditionnement d'un courant gazeux selon la revendication 3, caractérisé en ce que la chambre de vaporisation (36) comporte une chambre de séparation liquide-gaz (66), elle-même située au dessus du niveau (51) du liquide (50), et reliée à la tubulure de sortie (67,72,73,74,80).

5/ Dispositif de conditionnement selon l'une des revendications 3 et 4, caractérisé en ce que la chambre de vaporisation (36) présente un moyen d'alimentation (40) en liquide à niveau constant (51), constitué par un vase d'expansion (42), une première vanne (43) autorisant une légère fuite, une réserve de liquide (44) thermostatée et une seconde vanne pilotée (45), cet ensemble thermostaté-disposé hors ou dans l'enceinte (11) étant relié par une tubulure (39) qui traverse l'enceinte (11) et est reliée à un orifice (38) débouchant dans la chambre de vaporisation (36) à un niveau constant (51).

6/ Dispositif de conditionnement selon l'une des revendications 3 à 5, caractérisé en ce que l'extrémité de la tubulure (52) reliant par l'intermédiaire d'un filtre (56) la chambre de vaporisation (36) au col (33) du venturi, comporte deux orifices traversants (55) disposés au regard et horizontalement dans la section du col (33).

7/ Dispositif de conditionnement selon l'une des revendications 3 à 6, caractérisé en ce que la chambre de vaporisation (36) à niveau constant (51) comporte une succession de grilles ou de plaques horizontales réalisées en un matériau conducteur thermique, et faisant corps avec ladite chambre, les grilles ou plaques comportant une pluralité d'orifices décalés d'une plaque par rapport à l'autre, destinés à arrêter les gouttelettes de condensation du liquide de conditionnement, et partant à favoriser l'échange thermique entre le gaz saturé et la chambre de vaporisation.

8/ Dispositif de conditionnement selon l'une des revendications 3 à 7, caractérisé en ce que l'orifice de sortie (65) de la chambre de vaporisation (36) est relié par un séparateur (100) de gouttelettes de type centrifuge disposé dans l'enceinte (11) au dessus dudit orifice (65) et dont la sortie (101) de gaz saturé est reliée à la tubulure (80), et en ce que le liquide séparé, retourne par la tubulure (102) dans le liquide (50) par l'orifice (103) situé au dessous du niveau constant (51).

9/ Dispositif de conditionnement selon l'une des revendications 3 à 8, caractérisé en ce que la tubulure d'amenée (22) de gaz sec est raccordée par un branchement (23) à une seconde tubulure (25) reliée par une vanne mélangeuse pilotée (70) à la tubulure de sortie (67) de gaz saturé de la chambre (36) de vaporisation, ladite vanne mélangeuse (70) étant reliée en série à son tour à une tubulure thermostatée (73) reliée à la tubulure de sortie (74).

10/ Dispositif de conditionnement selon l'une des revendications 3 à 8, caractérisé en ce que le gaz est comprimé (1) et est préalablement réglé en pression à l'entrée par un moyen pilotable (6) et est intégralement introduit dans le convergent (32) du venturi, et en ce que le gaz saturé (80) issu de la chambre de vaporisation (36) est détendu à débit constant (80,81,83) à la pression d'utilisation, afin d'obtenir un conditionnement du gaz à concentration constante en vapeur du liquide de refroidissement et directement fonction de la température et de la pression dans le saturateur (30).

11/ Dispositif de conditionnement selon les revendications 3, 9 et 10, caractérisé en ce que le gaz (1) à conditionner est de l'air comprimé et en ce que le liquide de conditionnement (50) est de l'eau.

12/ Dispositif de conditionnement selon les revendications 3, 9, 10 et 11, caractérisé en ce que la source d'air comprimé (1) est reliée à la tubulure d'amenée (21) en série par un détendeur (3), un moyen dessicant (4) et un second détendeur (6) pour amener dans la tubulure (21) de l'air sec à débit constant.

13/ Dispositif de conditionnement selon les revendications 9 ou 10, automatisé, comportant :

- un appareil de mesure de la température et concentration en vapeur de gaz conditionné (75) ;
- un système à microprocesseur équipé d'une carte multifonctions entrées/sorties, numériques/analogiques ;
- un logiciel spécifique de contrôle et pilotage des éléments pilotables (2,6,8,14,45,70) gérant les consignes programmées de température et de concentration en vapeur.

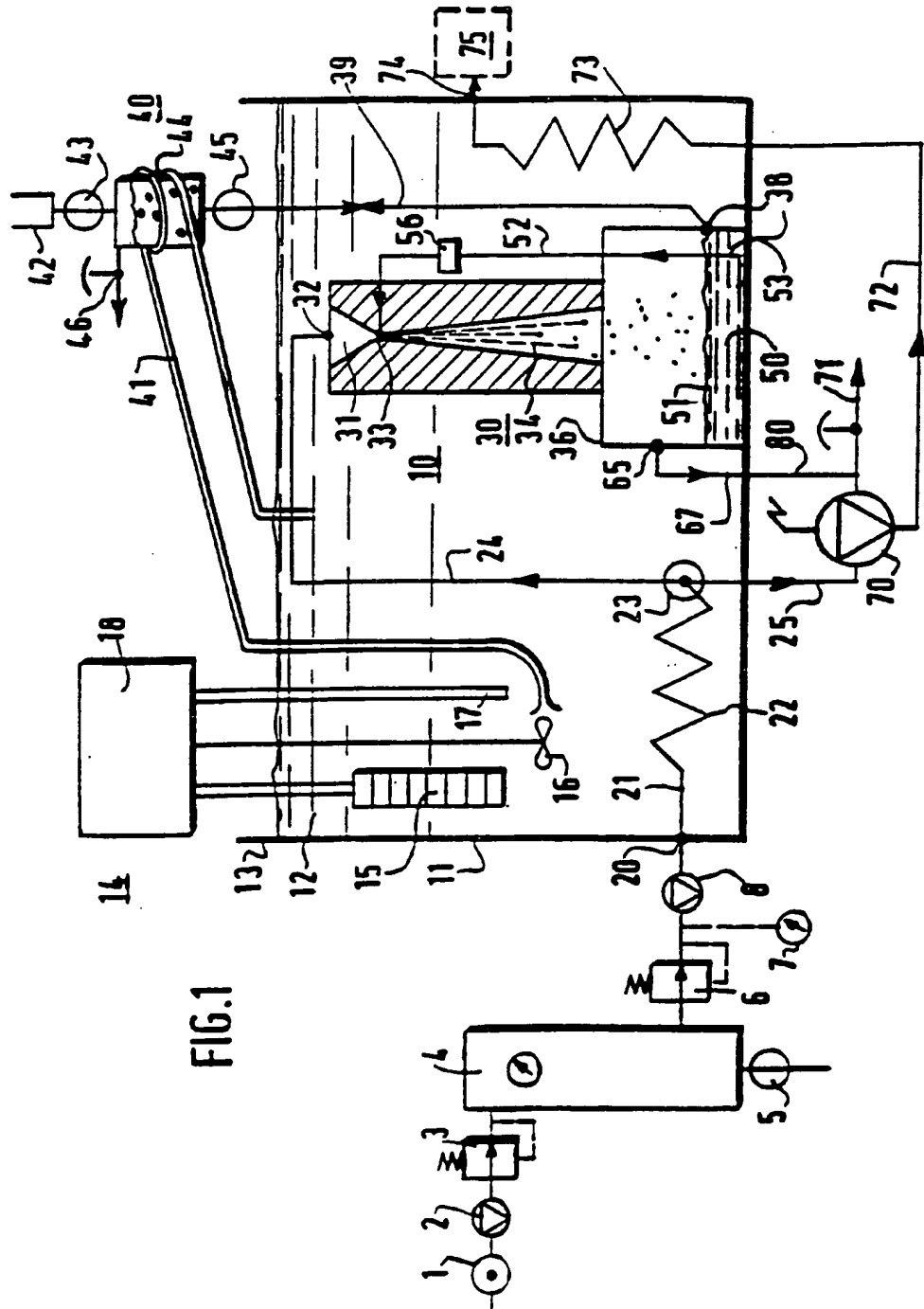
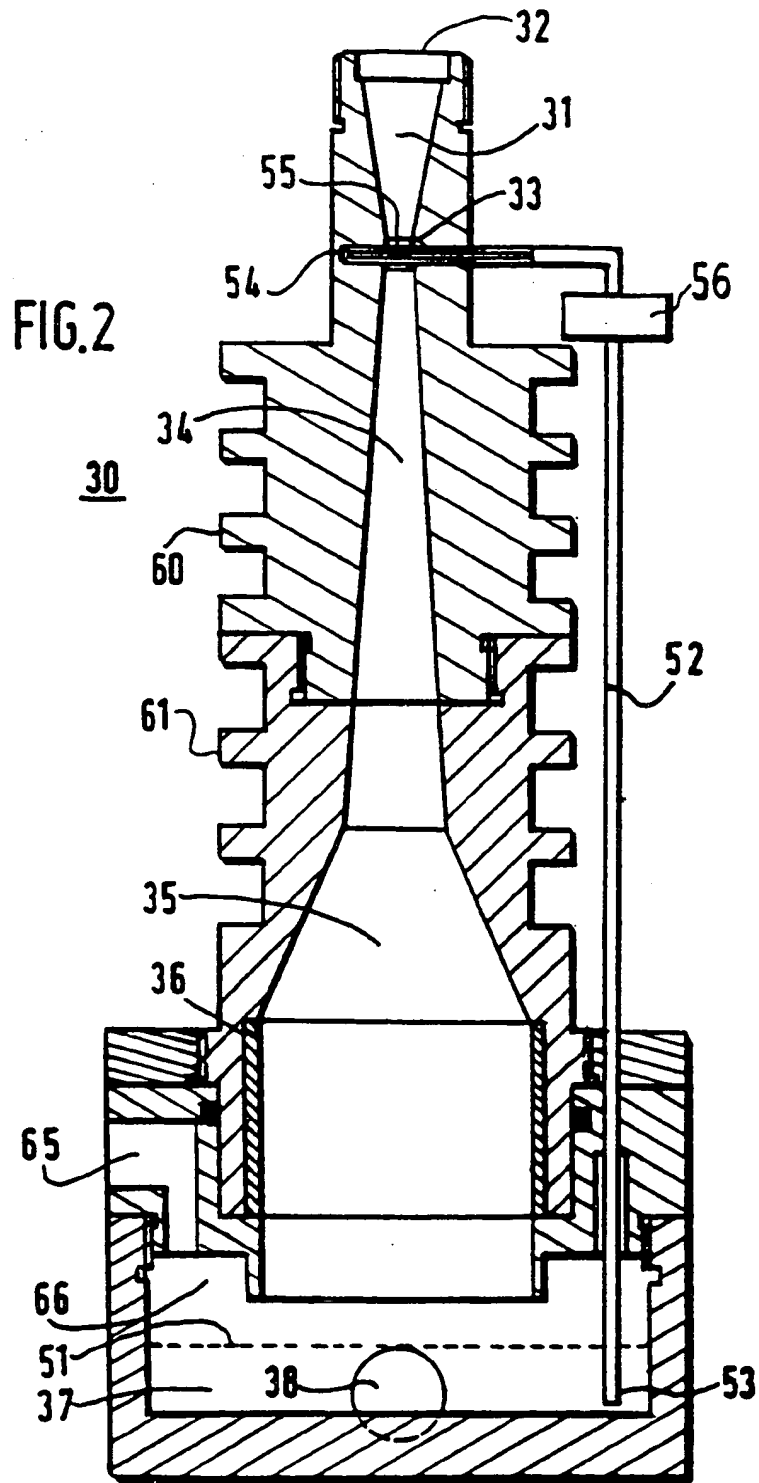
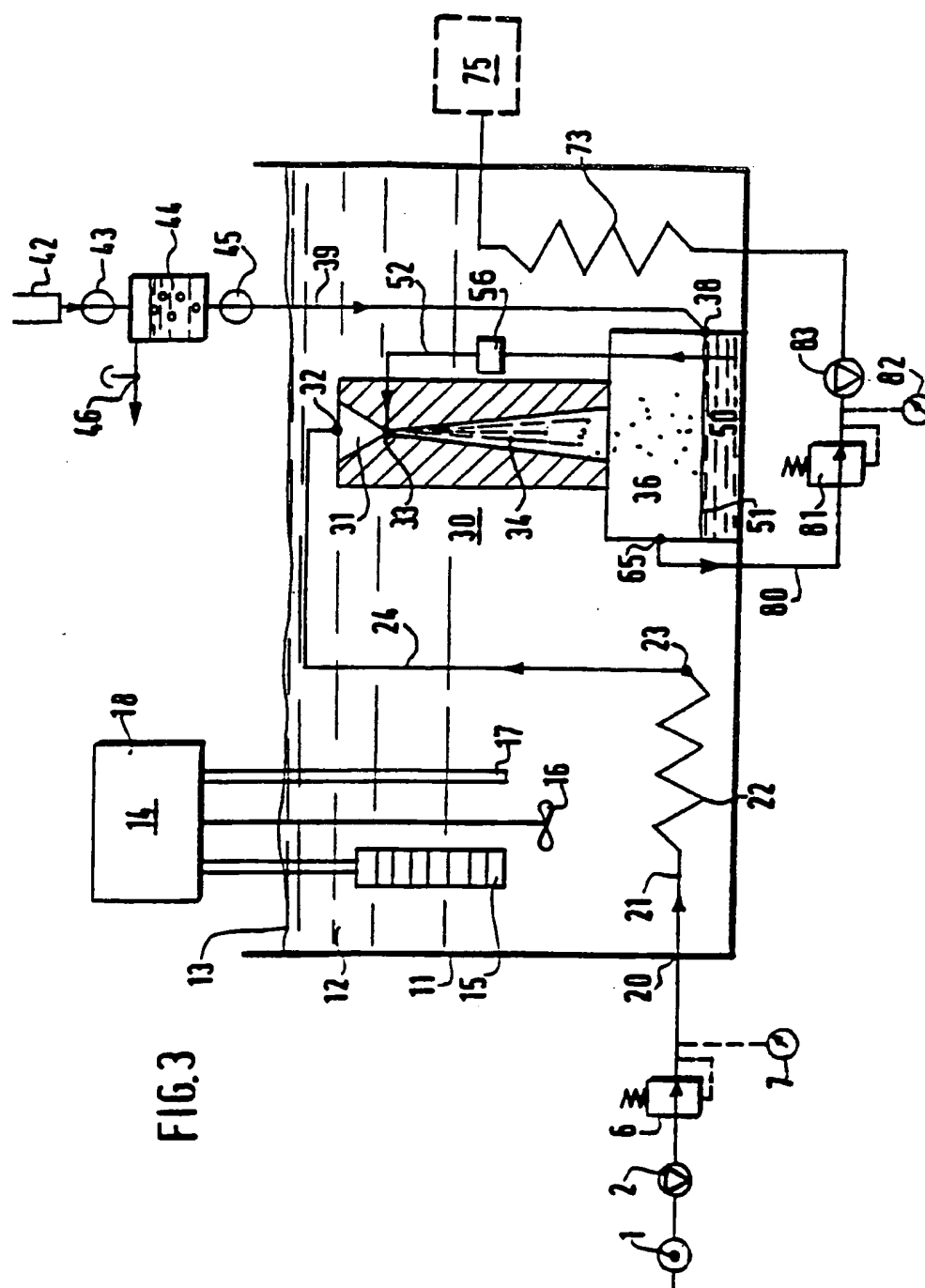


FIG. 1







**FIG. 3**

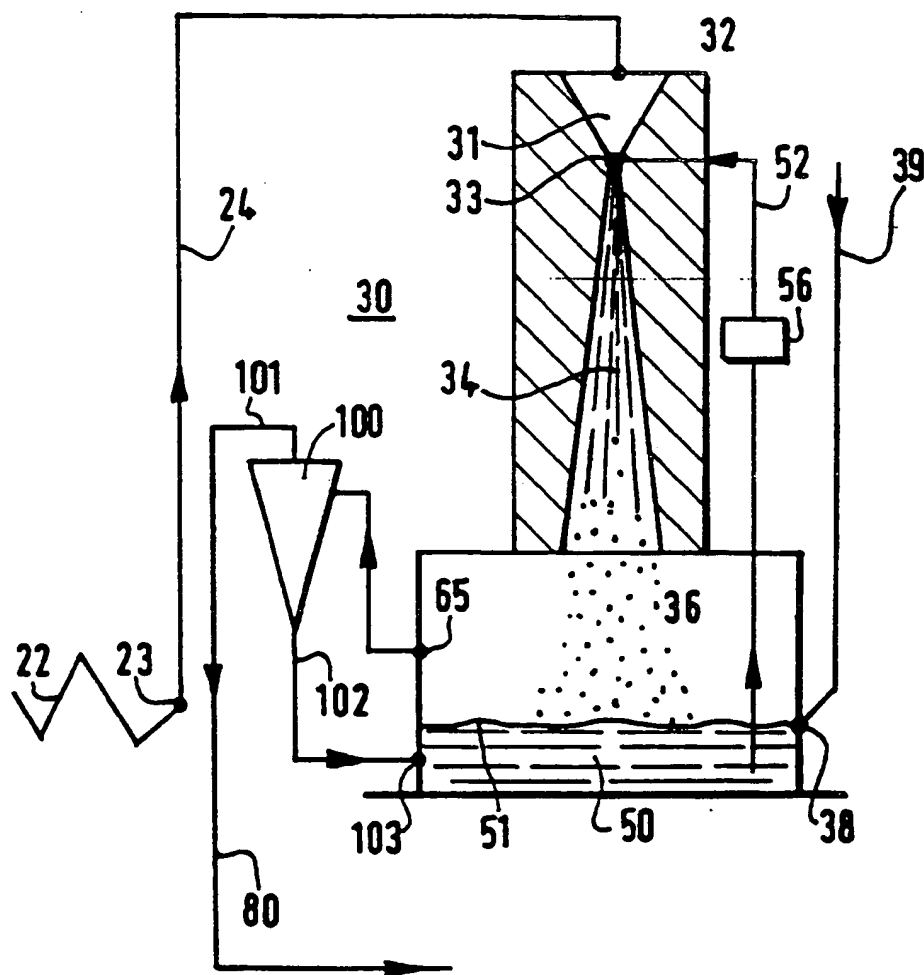


FIG. 4



Office européen  
des brevets

## RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 91 42 0413

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int. CL.5)
X	FR-A-1 157 164 (RENAULT) ---	1	B01F3/02
A	US-A-4 913 856 (MORTON) * abrégé; figures *	1	
Y,D	FR-A-2 558 737 (IRSID) * abrégé; figures *	3,5,8-12	
Y,D	WO-A-8 801 195 (SOLA) * abrégé; figures *	3,5,8-12	
A	US-A-2 060 166 (BOWEN) * figures *	7	
A	FR-A-1 009 750 (HYGISCIENT) * figures *	3	
A	US-A-4 038 980 (FOODOR) * abrégé; figures *	13	
A	FR-A-1 093 703 (STAMICARBON) * figure 1 *	8	
A	DE-B-1 249 223 (NORGREN) ---		
A	FR-A-2 564 566 (CARBOXYIQUE) ---		
A	US-A-2 709 577 (POHNDORF) -----		DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int. CL.5)
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			B01F A61M
Lieu de la recherche LA HAYE		Date d'achèvement de la recherche 24 FEVRIER 1992	Examinateur PEETERS S.
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons Δ : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : artère-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

EPO FORM 1501 (12.82) (P0402)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**